“科技立国”战略与“诺贝尔奖计划”

——日本建设世界科技强国之路

胡智慧　王 溯

中国科学院文献情报中心 北京 100190

摘要　自1901年诺贝尔奖开始颁奖以来，日本共产生了22位自然科学领域的诺贝尔奖，这种现象引起了广泛关注。文章以日本获诺贝尔奖为基点，着重分析了为日本科技强国建设打下扎实基础的20世纪70年代以后日本的科技政策与路径，并总结了相关经验。日本的诺贝尔奖“井喷现象”，从一个侧面体现了其科技战略与政策在推动科技强国建设中的显著效果。

关键词　日本，诺贝尔奖，科技政策，科技强国

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.2018.05.009

1 日本的诺贝尔奖“井喷现象”及特点

自然科学领域的诺贝尔奖是国际社会对基础研究领域最高层次的评价和奖励方式之一，是当今社会公认的科学成就最高象征，获得者数量一直以来被看作是衡量一个国家科技水平的重要指标[1]。自1901年诺贝尔奖开始颁奖以来，日本共产生了22位自然科学领域的诺贝尔奖获得者（含美籍日裔，以下统称为“日本学者”）（表1）。

综合来看，日本的诺贝尔奖“井喷现象”有以下显著特点。

（1）获奖总量稳步增长。20世纪中期以来，日本学者在自然科学领域获得了大量的诺贝尔奖，特别是2000年以来，获奖数量和频率都大幅增加。而且不少年份中出现同年多位日本学者同时获奖的情况，例如2008年同时有4位日本学者获奖，数量远超2000年以前每个获奖年份最多只有1位日本学者。

（2）获奖领域以物理学和化学为主。日本获得的22个诺贝尔奖中，物理学奖占了50%，化学奖占32%。

（3）获奖成果产出时间段相对集中。日本的诺贝尔奖成果以20世纪70—90年代的科研成果为主。

（4）获奖研究成果在较短的时间内向实际应用转化

资助项目：中国科学院“规划战略管理与科技体制改革研究”项目（GHJ-ZLZX-2017-31）
修改稿收到日期：2018年5月15日

表 1　日本诺贝尔奖得主及其相关信息

获奖者	获奖时间	奖项	获奖理由	研究时间	研究产出机构
汤川秀树	1949年	物理学奖	以核作用力的理论为基础预言了介子的存在	1935年	大阪大学
朝永振一郎	1965年	物理学奖	在量子电动力学的基础性研究中，给基本粒子物理学带来了深远影响	1947年	东京教育大学
江崎玲于奈	1973年	物理学奖	半导体和超导体的隧道效应的试验发现	1956—1957年	东京通信工业有限公司（现“索尼公司”）
福井谦一	1981年	化学奖	对化学反应的独立理论研究	1952年	京都大学
利根川进	1987年	生理学或医学奖	发现抗体多样性产生的遗传学原理	1976—1981年	瑞士巴塞尔免疫研究所
白川英树	2000年	化学奖	发现和发展了导电聚合物	1976年	美国宾夕法尼亚大学
野依良治	2001年	化学奖	对手性催化氢化反应的研究	1974年	名古屋大学
小柴昌俊	2002年	物理学奖	在天体物理学领域做出的先驱性贡献，尤其是探测宇宙中微子	1987年	东京大学
田中耕一	2002年	化学奖	发明了软激光解吸电离法，对生物大分子进行了质谱分析	1985年	岛津研究所
下村修	2008年	化学奖	发现和发展了绿色荧光蛋白（GFP）	1962年	美国普林斯顿大学
益川敏英	2008年	物理学奖	发现对称性破缺的来源，并预测了至少三大类夸克在自然界中的存在	1972年	京都大学
小林诚		物理学奖			
南部阳一郎（美国籍）		物理学奖	发现亚原子物理学中自发对称性破缺的机制	1961年	美国芝加哥大学
铃木章	2010年	化学奖	对有机合成中钯催化偶联反应的研究	1979年	北海道大学
根岸英一		化学奖		1977年	美国雪城大学
山中伸弥	2012年	生理学或医学奖	发现成熟细胞可被重写成多功能细胞	2006年	京都大学
中村修二（美国籍）	2014年	物理学奖	发明“高亮度蓝色发光二极管”，它具有明亮且节能的白色光源	20世纪90年代初期	日亚公司
天野浩		物理学奖		1992年	名古屋大学
赤崎勇		物理学奖			
大村智	2015年	生理学或医学奖	发现治疗蛔虫寄生虫新疗法	20世纪70年代初期	北里研究所
梶田隆章	2015年	物理学奖	发现中微子振荡现象，该发现表明中微子拥有质量	1998年	东京大学宇宙射线研究所
大隅良典	2016年	生理学或医学奖	发现细胞自噬的机制	20世纪90年代初期	东京大学

数据来源：2017年4月6日诺贝尔奖官方网站，《诺贝尔奖得主与出生国》（*Nobel Laureates and Country of Birth*）（https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/lists/countries.html）

并取得成效。由于基础研究具有前瞻性，真正转化成实用技术往往需要比较长的时间。通常需要 20—30 年的开发才能实用化。值得注意的是，日本基于前沿的基础研究成果，并将其在相对较短的时间转化为实用技术，其比例明显高于其他国家。

（5）日本企业在支持基础研究方面具有独特眼光和远见。一般认为，日本企业研发工作的侧重点和经费投入，比起基础研究，更加注重应用技术的开发。但随着日本“科学技术创造立国”战略目标的提出和政策实施，情况也在发生变化。如岛津制作所和索尼公司都产生了获得诺贝尔奖的科学家。在生产企业注重应用技术研发的大环境中，企业重视并开展基础研究工作，从相应产出的研究成果可以看出，日本企业具备的竞争力和持续显现出来的发展后劲，这与在不断开发应用新技术的同时，注重并支持基础研究有很大的关系。

（6）获奖科学家大部分具有京都大学、东京大学、东京工业大学等日本名牌大学的博士学位。这一事实在某种程度上可以说明这些大学在培养基础研究人才方面具有一定的特色和实力。

日本的诺贝尔奖“井喷现象”，与其实施的科技战略与政策有着密切的关系，在一定程度上反映了日本战后科技前沿水平和发展科技环境的显著效果。

2 日本科技强国建设的政策与路径

二战后，日本的系列重建措施使之积累了雄厚的经济实力、人力资源和技术基础。这些条件是日本取得诺贝尔奖成果的坚实基础。日本的技术引进是与其“贸易立国”政策和引进外资结合在一起的。1949 年日本通过《外贸及外汇管理法》，以及 1950 年制定《外资法》，迈出了战后技术引进的步伐。通过对外国专利技术和设备的引进、消化、改良与利用，日本经济迅速恢复，实现了产业的重化工化和经济的腾飞。这不仅为日本奠定了科技投入的经济条件，产业的发展也刺激了对教育的投资和对理工科人才的培养。

2.1 “技术立国”，建立引进消化吸收再创新的机制

20 世纪 70 年代，日本提出“技术立国”战略，采取综合性措施，将重点从产业技术的引进模仿转变为强化自主基础性研究，并持续增大投入，使技术水平得以不断提高，并在半导体等领域走到了世界前列。政府主导的大科学发展模式开始有起色，企业研发力量逐渐增强，大学的基础研究也在积蓄力量，这些成为这个时期科技发展的亮点。重要的政策措施包括 4 个方面。

（1）组织技术预见，系统化地预测和定位前沿重点领域。1971 年，日本展开第一次技术预见，以掌握未来 30 年技术发展的路径为目的，为科技规划和政策提供依据。1994 年，日本对第一次技术预见的评估显示，28% 的预见完全实现，36% 的预见部分实现[2]。这充分说明技术预见能有效使日本准确把握世界科技发展浪潮，并支撑政府及时进行相关规划。目前，日本已经进行了 10 次技术预见，并在此过程中不断调整方法，以适应新形势，提高准确性。

（2）增大对基础研究的稳定投入。1971 年，日本政府提出了在 20 世纪 70 年代将研发经费提高到占当年 GDP 比例 3% 的目标。虽然因为世界经济下滑的影响未能实现，但仍在第一次石油危机后的 1975 年达成了 2.11% 的占比，超过了英、法两国研发费用的总和[3]。同时，基础研究的经费也不断增加，到 1987 年时已占到研发总经费的 14.5%，并保持增加趋势[4]。

（3）推进“产学官”合作制度。1981 年，日本科学技术厅推出“创造性科学技术推进制度”，以学术带头人为中心组建课题组，并由企业、大学、国立研究机构的研究人员共同组成，构建了一种流动、弹性的研究体制。同年，日本通产省推出了“下一代产业基础技术研究开发制度”，重点支持新材料、生物功能、新功能元件等下一代产业基础技术的合作研发[5]。此外，科学技术会议预算新设了科学技术振兴调整费，以支持“产学官”合作进行基础与尖端技术研究。

（4）国家主导和支持大科学项目。为推动前沿、重大领域突破，支撑产业竞争力提升，20 世纪 70 年代以来日本政府主导了众多大型产业技术研发项目，其中以超大规模集成电路研发项目（VLSI）为典型代表。1976 年，日本通产省组织富士通、日立、三菱、日本电气和东芝 5 家大公司，与日本工业技术研究院电子综合研究所和计算机综合研究所这两家国立研究所组成研究联合体共同实施该项目。到 1979 年，日本政府和企业总共投资了 720 亿日元（政府负担 40%，企业 60%），产出了 1 000 多项专利，从而成功地提高了日本在半导体领域的产业竞争力。到 1989 年，日本已经占了世界储存芯片市场的 53%，远超过美国的 37%[6]。

2.2 “科学技术创造立国”，向创新型国家跨越发展

20 世纪 90 年代以来，随着“冷战”的结束，世界竞争格局发生了改变，欧美等国与日本的竞争和技术保护主义日益加剧，日本认识到基础研究才是形成长期技术与产业竞争力的源泉。

1995 年是日本科学技术发展历史上的一个重要转折点。1995 年 11 月，日本国会通过了《科学技术基本法》，明确提出“科学技术创造立国”战略，从重技术转向了科学与技术并重，各主要领域一起发力，齐头并进。

（1）持续制定科技基本规划，不断调整科技发展方向。根据《科学技术基本法》，日本从 1996 年开始，

每5年出台1期《科学技术基本计划》作为阶段性科技规划。每期《科学技术基本计划》都会分析当时面临的挑战、明确发展目标、定位优先发展领域（表2）；同时，每期都会大力强调基础研究的重要性，并综合全面地从经费、人才、教育与研究中心建设、国际合作等方面推动其发展。2001年的第2期《科学技术基本计划》中，日本又提出了50年内取得30个诺贝尔奖的目标，即“诺贝尔奖计划”，并围绕其推出了众多具体政策措施[7]。

表2 1996—2020年5期《科学技术基本计划》中定位的重点领域

《科学技术基本计划》	重点领域布局
第1期（1996—2000年）	生命科学、信息科学、环境科学、纳米与材料科技
第2期（2001—2005年）	生命科学、信息通信、环境科学、纳米与材料科学、能源、制造技术、社会基础设施、科学前沿
第3期（2006—2010年）	生命科学、信息通信、环境科学、纳米与材料科学、能源、制造技术、社会基础设施、科学前沿
第4期（2011—2015年）	绿色创新（能源低碳化、能源效率提升、社会基础设施绿色化等），生命科技创新（疾病预防、早期诊疗、安全有效治疗、老年和残障人士生活质量提升等）
第5期（2016—2020年）	构建“超智能社会5.0”的必要技术（网络安全、物联网、大数据解析、人工智能等），促进新价值产出的核心技术（机器人、传感器、生物技术、材料纳米技术、光量子等）

（2）*改革研发体制，加速研发成果转移转化*。20世纪80年代日本开始对研发体制进行改革，以求打破原有科研组织的封闭性和僵硬性，激发科研人员的主观能动性和独创性。科技体制的改革是更为深层的变化。1997年日本的国立科研机构和17所国立大学先后引进了“任期制”，以促进科研人员的创造能力，培养青年科学家。为激发科研机构和大学的活力，20世纪90年代日本政府制定法律允许大学教授和国立科研人员流动，通过产学合作有力推动了基础研究创造新产业的发展。2004年开始实施“国立大学改革成为国立大学法人”制度，在预算使用和组织等方面确保大学独立自主的运营效率。改革公务员身份，引进竞争制度。加强与企业合作，设立技术转移机构、创业中心等，使研究成果得以顺利转移转化[8]。

（3）*建设国家战略性科技力量，持续在前沿领域发挥引领作用*。2015年，日本推出了国立研究开发法人制度，赋予一些国立研究机构“特定国立研究开发法人”地位，充分发挥其国家战略性科技力量的作用，在一些重大前沿领域积极布局，推动国家科技战略的实施。其中以理化学研究所为典型代表，在2018—2025年的中长期计划中，该所明确定位了创新智能集成、数理创造、生命医学、生命机能、脑神经、光量子工学和加速器科学等重点研究领域，并由国家稳定支持推进实施[9]。

3 日本科技强国建设经验

3.1 “产学官”合作产生重大成果

20世纪70年代以后的“技术立国”战略总体上呈现出以经济发展为动力、技术开发为目标、基础研究为前提的特点。而从20世纪70—90年代日本诺贝尔奖成果的产出过程上看，有相当一部分受益于当时如火如荼展开的“产学官”合作研究活动。应用驱动的合作研究、多元协作，以及一些开明企业贡献科学的理念都与诺贝尔奖成果有密切联系。如2001年名古屋大学教授野依良治获得诺贝尔化学奖，在一定程度上是与高砂香料工业和帝人株式会社等产业界的合作结果。2002年东京大学教授小柴昌俊因天体物理学获得诺贝尔物理学奖，在研究过程中除了得到政府给予的“特定研究资助”外，三井金属公司也提供了免费设备和试验场地，更以雄厚的技术与工艺实力在仪器设备方面提供了重要技术支持。而2002年，田中耕一以企业职员身份获得诺贝尔化学奖，凸显日本企业在基础研究中的作用[10]。

日本在20世纪80年代以后推出的“创造性科学技术推进制度”“下一代产业基础技术研究开发制度”“科学技术振兴调整费”等制度，有效促进了“产学官”合作和日本基础研究能力的提升。一方面，这些制度使研究经费来源多元化，除了政府投入外，企业也成了基础研究的重要经费来源。1989年的调查显示，民间大型企业的研发经费中有一半用于基础研究[11]。另一方面，灵

活的合作体制有利于人员的交流和知识的扩散，促进了人才培养和企业研究实力的提升。

3.2 国际合作孵化原始创新

为了弥补本国在人才、研究设施等方面的不足，提高在前沿领域的创新能力，日本于20世纪80年代中期开始发起了一系列国际共同研发项目，包括1987年的人类前沿科学项目（HFSP）、1989年的超音速/高超音速技术项目和智能制造系统项目（IMS）等，积极与美国、欧共体/欧盟、加拿大等西方发达国家或地区的研究机构或企业合作研发[12]。

1995年以后，日本提出“科学技术创造立国”战略，发展重点从技术开发扩展为科学与技术全面发展，“立足现实、面向前沿、动态调整、夯实基础”成为新战略的鲜明特点，并在一定程度上体现在了20世纪90年代以来的诺贝尔奖成果中。这些成果中既有“高亮度蓝色发光二极管”这样基于国际合作产出的、面向应用的先进技术，也有中微子震荡现象研究这样的前沿性探索，还有细胞自噬机制和诱导多功能干细胞这样既有明确应用价值，又有较强前沿性的研究。这些成果的应用性与前沿性兼具，既有国际合作成果，也有日本国内产出，并且在领域上呈现出能源、材料、空间和生命科学的多元化格局特征。

2007年，日本文部科学省设立了“世界顶级国际研究中心计划”（WPI），通过重点、集中的支持，创造良好的研究环境，吸引和凝聚世界高水平的一线研究人员，形成以高水平研究人员为核心的世界顶级研究基地[13]，希望借此提升日本的基础研究能力和国家创新能力。2012年，日本最大的基础研究资助机构——日本学术振兴会（JSPS）推出了“强强合作计划”（Core-to-Core Program），旨在加强日本的大学和研究机构与包括美国、加拿大、澳大利亚以及欧洲在内的共15个发达国家或地区在科学前沿领域的合作。通过建立并加强日本与这些国家或地区的研究网络，以在较长的时间内保持并提高日本大学和研究机构与其他科学先进国家或地区的合作水平，并且支持其国内外研究人员的短期合作，以建立国内外合作研究网络[14]。

3.3 持续强化基础研究投入，提升原始创新能力

在“科学技术创造立国”战略构建的新科技政策体系下，日本除了在每期《科学技术基本计划》中提出提高基础研究能力的政策思路之外，还为获得更多诺贝尔奖而积极推行各种政策措施。

（1）*持续增大经费投入，保持对基础研究的保障，强化对大科学装置的支持。*截至2016年，日本的研究与开发（R&D）经费占其国内生产总值（GDP）的比例已经达到3.42%[15]，第5期《科学技术基本计划》更提出要在计划期间实现4%的目标[16]。其中，针对基础研究的经费达到总经费的14.5%（超过中国的5.1%）[17]。而且，日本还在不断加大维持大科学装置正常运行的经费，制定了《特定尖端大科学装置的共同利用促进法律》，由国家对大型放射性装置Spring-8、X射线自由电子激光设施SACLA、超级计算机“京”、高强度质子加速器设施J-PARC等提供稳定经费支持。

（2）*不断提高研究人员密度，加强青年人才培养，构筑研究人员支撑体系。*2015年，日本的研究人员总数大约为66万人，远低于中国的161.9万名和美国的135.2万人（2014年），但其每万人经济活动人口中的研发人员密度达到103.5人，高于中国的19.1人（2014年）和美国的86.7人（2014年），且继续保持增加趋势[17]。2002年，日本推出了“21世纪卓越中心计划”（COE），在主要的国立、公立和私立大学的若干优势尖端学科领域进行重点资助，以建立世界高水平的研究基地，培养具有创造力的青年研究人员。2007年，推出“全球卓越中心计划”（GCOE），在COE计划的基础上进一步培养具有国际水平的青年人才[18]。2010年推出《强化基础研究的长期方针与政策》，提出加大对面向基础研究的青年人才的培养，包括建立新的青年人才聘用制度，向青年研究人员提供独立的研究环境，以及确保青年人才的年薪制度等；同时，还提出构筑研究

支撑体制，增加为研究人员配置的助手人数，使他们可以专心进行研究工作[19]。

经过二战以后60多年的积累，以日本科学家在21世纪初接连获得诺贝尔奖为标志，日本的基础研究已经开始结出丰硕的成果，引起世界的瞩目。二战后的日本在科技强国建设中，大力提高创新意识，营造有利于创新的学术氛围，创建有利于创新的机制，提供相对稳定的经费与环境，以及加强国际的交流等经验为我们提供了有益思考。

参考文献

1 郑二红, 梁国钊. 试析日本"诺贝尔奖计划"的可行性. 自然辩证法研究, 2004, 20(12): 74-78.

2 陈春. 技术预见与日本的成功实践. 世界科技研究与发展, 2004, 26(6): 87-90.

3 秦皖梅. 21世纪初日本诺贝尔奖的井喷现象考察. 安徽大学学报（哲学社会科学版）, 2016, 40(4): 29-37.

4 王镜超. 日本科技创新政策发展的历史演进与经验借鉴. 北京: 北京交通大学, 2016.

5 Harayama Y. Japanese Technology Policy: History and a New Perspective. [2001-08-01]. https://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/01e001.pdf.

6 方厚政. 日本超大规模集成电路项目的启示. 日本学刊, 2006, (3): 111-117.

7 日本内閣府. 第2期科学技術基本計画本文. [2018-04-16]. http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/honbun.html.

8 许艳华. 战后日本科技政策的三次转向及对中国的启示. 山东经济, 2011, (6): 83-88.

9 国立研究開発法人理化学研究所. 国立研究開発法人理化学研究所中長期計画. [2018-03-30]. http://www.riken.jp/~/media/riken/about/plan/pdf/midplan2018-2025.pdf.

10 节艳丽. 对日本战后基础研究发展与诺贝尔科学奖获得的历史考察. 北京: 清华大学, 2004.

11 杨书臣. 日本科技开发体制的改革及对我国的启示. 现代日本经济, 2000, (3): 7-10, 18.

12 National Research Council, Policy and Global Affairs, Office of International Affairs, et al. Maximizing U.S. Interests in Science and Technology Relations with Japan. Washington DC: The National Academies Press, 1997.

13 日本学術振興会. 世界トップレベル研究拠点プログラム. [2018-04-17]. http://www.jsps.go.jp/j-toplevel/index.html.

14 日本学術振興会. 研究拠点形成事業 Core-to-Core Program. [2018-04-17]. http://www.jsps.go.jp/j-c2c/gaiyou.html.

15 国立研究開発法人科学技術振興機構. 研究開発の俯瞰報告書主要国の研究開発戦略（2018年）. [2018-04-17]. http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2017/FR/CRDS-FY2017-FR-01.pdf.

16 閣議決定. 科学技術基本計画. [2016-01-22]. http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf.

17 文部科学省科学技術・学術政策研究所. 科学技術指標2017. [2018-04-17]. http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/3178/3/NISTEP-RM261-Full_J.pdf.

18 日本学術振興会. 制度概要. [2018-04-17]. http://www.jsps.go.jp/j-globalcoe/01_gaiyo.html.

19 総合科学技術会議. 基礎研究強化に向けて講ずべき長期的方策について. [2018-04-17]. http://www8.cao.go.jp/cstp/project/kiso/haihu11/siryo3-1.pdf.

"Constructing Nation via S&T Strategy" and "Nobel Prizes Planning"

—Japanese Way to World S&T Power

HU Zhihui WANG Su

(National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract Since Nobel Prize was first assigned in 1901, 22 Japanese scientists have achieved this honor, which has led wide interests over the world. This article, beginning from this phenomenon, focuses on analyzing Japanese S&T policies and development path since 1970s, which set significant foundation for the country to be an S&T great power, and summarizes some important experience. Japan's great achievement in Nobel Prizes indicates that those policies are apparently effective in consolidating Japan's S&T abilities.

Keywords Japan, Nobel Prizes, S&T policies, S&T great power



胡智慧 中国科学院文献情报中心研究员。长期从事科技政策、创新管理与国际合作等情报研究，主持重大战略研究和战略情报研究课题多项，独立或合作出版专著8部、译著1部。E-mail: huzh@mail.las.ac.cn

HU Zhihui Senior fellow of National Science Library, Chinese Academy of Sciences. She keeps engaging in intelligence studies over science and technology (S&T) policies, innovation management, as well as international S&T cooperation, and directs multiple S&T strategic intelligence study projects. She has published 8 books and 1 translation work independently or jointly. E-mail: huzh@mail.las.ac.cn